

Metode uji penentuan hubungan kadar air dan densitas campuran tanah-semen



© BSN 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	ii
Prakata	iii
Pendahuluan.....	iv
1 Ruang lingkup	1
2 Standar acuan.....	1
3 Istilah dan definisi.....	2
4 Arti dan kegunaan	2
5 Peralatan.....	2
6 Kalibrasi peralatan	4
7 Cara A, menggunakan material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4)	4
8 Cara B, menggunakan material tanah lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci)	6
9 Perhitungan.....	8
10 Hubungan kadar air - densitas	9
11 Laporan.....	9
12 Ketelitian dan penyimpangan	10
Lampiran A (normatif) Gambar cetakan silinder dan keping alas	11
Lampiran B (informatif) Daftar penyimpangan teknis dan penjelasannya	12
Lampiran C (informatif) Contoh perhitungan	15
Lampiran D (normatif) Contoh formulir isian.....	18
Lampiran E (informatif) Contoh isian formulir untuk cara A	20
Lampiran F (informatif) Contoh isian formulir untuk cara B.....	22
Gambar A. 1 - Cetakan silinder dan keping alas (diameter 101,60 mm).....	11

Prakata

Standar Nasional Indonesia tentang *Metode uji penentuan hubungan kadar air dan densitas campuran tanah-semen* adalah revisi dari SNI 03-6886-2002, *Metode pengujian hubungan antara kadar air dan kepadatan campuran tanah-semen*. Standar ini merupakan hasil adopsi modifikasi dari ASTM Designation: D 558-04, *Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures*. Revisi dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan beberapa kekurangan yang terdapat pada versi sebelumnya, antara lain ketentuan dan persyaratan mengenai peralatan dan kalibrasi, material tanah, cara pengerjaan, perhitungan dan pelaporan (lihat Lampiran B).

SNI ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Geoteknik Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 03.1: 2007 dan dibahas dalam forum Konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 15 Juli 2009 di Bandung melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Penentuan hubungan kadar air dan densitas campuran tanah-semen di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan densitas (berat isi) kering maksimum campuran tanah-semen. Kadar air optimum dan densitas (berat isi) kering maksimum yang diperoleh terutama digunakan untuk mempersiapkan contoh uji sesuai ASTM D 559, *Test Method for Wetting-and-Drying Compacted Soil-Cement Mixtures* (SNI 13-6427, Metode pengujian uji basah dan kering campuran tanah semen dipadatkan). Jika diperlukan, kadar air optimum dan densitas (berat isi) kering maksimum ini dapat juga digunakan untuk mempersiapkan contoh uji kuat tekan (*compressive strength*), CBR (*California Bearing Ratio*), dan lain-lain, maupun untuk menetapkan persyaratan yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan campuran tanah-semen di lapangan.

Pemadatan contoh uji dilakukan sesuai ASTM D 698, *Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Efforts (12 400 ft-lbf/ft³ [600 kN-m/m³])* atau SNI 1742:2008, Cara uji kepadatan ringan untuk tanah atau sering disebut pemadatan standar (*standard Proctor*) dan hasilnya digambarkan dalam bentuk kurva hubungan antara kadar air dan densitas. Berat isi kering dihitung apabila diperlukan dalam pelaporan (berat isi kering maksimum), menggunakan persamaan atau korelasinya dengan densitas.

Secara umum penentuan hubungan kadar air dan densitas campuran tanah-semen ini (sesuai tahapannya) mencakup penyiapan dan kalibrasi peralatan, penyiapan contoh material dan semen, penyiapan contoh uji, pemadatan, penentuan massa basah dan kadar air benda uji, perhitungan densitas basah, densitas kering, dan penggambaran kurva hubungan antara kadar air dan densitas kering. Dari kurva hubungan antara kadar air dan densitas kering, densitas kering maksimum dan kadar air optimum dapat ditentukan.

Metode uji penentuan hubungan kadar air dan densitas campuran tanah-semen

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini menetapkan cara untuk menentukan hubungan antara kadar air dan densitas campuran tanah-semen yang harus dipadatkan sebelum hidrasi semen.

1.2 Sebuah cetakan dengan volume $(944 \pm 11) \text{ cm}^3$ dan penumbuk dengan massa $(2,49 \pm 0,01) \text{ kg}$ yang dijatuhkan dari ketinggian $(30,48 \pm 1,30) \text{ cm}$ digunakan dengan dua cara, tergantung gradasi tanah, sebagai berikut:

1.2.1 Cara A, menggunakan material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4). Cara ini harus digunakan apabila 100 % contoh tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4).

1.2.2 Cara B, menggunakan material tanah lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci). Cara ini harus digunakan apabila sebagian contoh tanah tertahan saringan 4,75 mm (No. 4). Cara ini dapat digunakan hanya untuk material tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci) sebesar 30 % atau kurang.

1.3 Semua nilai yang diamati dan dihitung harus sesuai dengan pedoman digitasi dan pembulatan yang signifikan sebagaimana ditetapkan dalam ASTM D 6026.

1.4 Satuan-satuan yang digunakan dalam standar ini dinyatakan dalam sistem SI.

1.5 Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengakomodasi semua yang berkaitan dengan keselamatan. Merupakan tanggung jawab pengguna standar ini untuk menetapkan cara yang sesuai berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan, dan menentukan batasan-batasan mengenai pengaturan yang dapat diterapkan sebelum digunakan.

2 Standar acuan

2.1 Standar ASTM

C 150, *Specification for Portland Cement* (SNI 15-2049-2004, Semen Portland).

C 595, *Specification for Blended Hydraulic Cements*.

D 559, *Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures* (SNI 03-6427-2000, Metode pengujian uji basah dan kering campuran tanah semen dipadatkan).

D 653, *Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids*.

D 698, *Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Efforts* ($12\,400 \text{ ft-lbf/ft}^3$ (600 kN-m/m^3)), (SNI 1742:2008, Cara uji kepadatan ringan untuk tanah).

D 2168, *Test Methods for Calibration of Laboratory Mechanical-Rammer Soil Compactors*.

D 2216, *Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass* (SNI 1965:2008, Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan).

D 3740, *Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction*.

D 4753, *Specification for Evaluating , Selecting, and Specifying Balances and Scales for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing* (SNI 03-6414, *Spesifikasi timbangan yang digunakan pada pengujian bahan*).

D 6026, *Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data*.

E 11, *Specification for Wire-Cloth and Sieves for Testing Purposes* (SNI 03-6866, *Spesifikasi saringan anyaman kawat untuk keperluan pengujian*).

E 145, *Specifications for Gravity-Convection and Forced Ventilation Ovens*.

2.2 Standar Nasional Indonesia

SNI 3423:2008, *Cara uji analisis ukuran butir tanah*.

3 Istilah dan definisi

3.1 Definisi umum dari istilah-istilah yang digunakan dalam standar ini mengacu pada terminologi sesuai ASTM D 653.

4 Arti dan kegunaan

4.1 Cara uji untuk menentukan kadar air optimum dan densitas (berat isi) kering maksimum ini digunakan untuk pembuatan benda uji campuran tanah-semen sesuai ASTM D 559 (SNI 03-6427). Jika diperlukan, dapat juga digunakan untuk mempersiapkan benda uji kuat tekan (*compressive strength*), CBR (*California Bearing Ratio*) atau benda uji lainnya yang dipadatkan pada kadar air optimum, maupun untuk menetapkan persyaratan yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan campuran tanah-semen di lapangan.

CATATAN 1 - Apabila cara uji ini digunakan untuk mempersiapkan (pembuatan) benda uji sesuai ASTM D 559 (SNI 03-6427) dan kriteria yang ada di dalam ASTM D 559 (SNI 03-6427) tersebut digunakan, standar ini berbeda dalam beberapa aspek dari cara uji sesuai ASTM D 698 (SNI 1742 : 2008), terutama berkaitan dengan penggantian material. Standar ini memperbolehkan material yang tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan lolos saringan 75 mm (3 inci) dibuang dan diganti dengan material lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) dengan jumlah yang sama; sedangkan ASTM D 698 (SNI 1742 : 2008), pemisahan dan penggantian material tidak diperbolehkan.

CATATAN 2 - Kualitas hasil yang diperoleh dengan menggunakan standar ini tergantung pada kompetensi petugas (personil) yang melakukan pengujian, dan kesesuaian peralatan dan fasilitas yang digunakan. Lembaga atau institusi yang memperkenalkan kriteria sesuai ASTM D 3740 umumnya dianggap mampu dan obyektif dalam melakukan pengujian/pengambilan contoh/pengawasan/dan lain-lain. Pengguna standar ini diperingatkan bahwa pemenuhan kriteria sesuai ASTM D 3740 saja tidak dengan sendirinya menjamin hasil yang diperoleh dapat dipercaya. Kualitas hasil yang diperoleh tergantung pada banyak faktor. ASTM D 3740 memberikan suatu cara mengevaluasi beberapa dari faktor-faktor tersebut.

5 Peralatan

5.1 Cetakan - Sebuah cetakan berupa silinder dari logam yang mempunyai volume $(944 \pm 11) \text{ cm}^3$ dan ukuran diameter dalam $(101,60 \pm 0,41) \text{ mm}$ sesuai Gambar A1 (Lampiran A). Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi kurang lebih 63,5 mm. Cetakan dapat berupa tipe belah yang terdiri dari dua bagian yang sama atau satu sisi belah tegak lurus keliling cetakan dan dapat dikunci dengan kuat dan rapat untuk membentuk silinder tertutup dengan ukuran sebagaimana diuraikan sebelumnya. Cetakan dan leher

sambung harus dipasang pas (tidak bergerak) pada keping alas, dan dapat dilepaskan. Sebagai alternatif, cetakan, leher sambung dan keping alas sesuai SNI 1742 : 2008 (Cara A dan C) dapat digunakan.

5.2 Alat penumbuk

5.2.1 Alat penumbuk manual - Penumbuk dari logam yang mempunyai permukaan tumbuk berbentuk bundar (lingkaran) dan rata dengan diameter $(50,80 \pm 0,13)$ mm dan massa $(2,49 \pm 0,01)$ kg. Akibat pemakaian, diameter permukaan tumbuk alat penumbuk tidak boleh melebihi $(50,80 \pm 0,25)$ mm. Penumbuk harus dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur tinggi jatuh bebas sebesar $(304,8 \pm 1,3)$ mm di atas permukaan contoh campuran tanah-semen yang dipadatkan. Selubung harus mempunyai paling sedikit 4 buah lubang udara dengan diameter tidak kurang dari 9,5 mm dan poros tegak lurus satu sama lain dengan jarak $(19,0 \pm 1,6)$ mm dari kedua ujung. Selubung harus cukup longgar sehingga batang penumbuk dapat jatuh bebas tanpa terganggu.

5.2.2 Alat penumbuk mekanis - Penumbuk mekanis dari logam harus beroperasi sedemikian sehingga dapat menyebarkan tumbukan secara merata di atas permukaan campuran tanah-semen. Alat penumbuk mempunyai permukaan tumbuk berbentuk bundar (lingkaran) dan rata dengan diameter $(50,80 \pm 0,13)$ mm dan massa $(2,49 \pm 0,01)$ kg, kecuali bahwa massa alat penumbuk mekanis disesuaikan seperti diuraikan dalam ASTM D 2168. Alat penumbuk mekanis harus dilengkapi alat pengontrol tinggi jatuh bebas $(304,8 \pm 1,3)$ mm di atas permukaan contoh campuran tanah-semen yang dipadatkan, dan alat mekanis untuk menahan atau mendukung alat penumbuk selama tidak beroperasi.

5.2.3 Alat penumbuk mekanis dengan permukaan tumbuk berbentuk juring lingkaran (*sector*), lihat Catatan 3 – Apabila digunakan cetakan dengan diameter 152,4 mm, alat penumbuk dengan permukaan berbentuk juring lingkaran dapat digunakan untuk menggantikan penumbuk dengan permukaan tumbuk berbentuk bundar (lingkaran). Penggunaan alat penumbuk dengan permukaan berbentuk juring lingkaran ini harus dicatat dalam laporan pengujian. Permukaan kontak benda uji harus berbentuk juring dari lingkaran dengan jari-jari $(73,7 \pm 0,5)$ mm. Alat penumbuk harus beroperasi sedemikian sehingga puncak dari juring lingkaran tepat pada pusat penampang contoh campuran tanah-semen yang dipadatkan.

Catatan 3 – Alat penumbuk dengan permukaan tumbuk berbentuk juring lingkaran tidak boleh digunakan untuk memadatkan contoh uji sesuai ASTM D 559 (SNI 03-6427), tanpa pengujian sebelumnya terhadap contoh uji sejenis menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap pembasahan dan pengeringan contoh uji yang dipadatkan dengan alat penumbuk ini serupa dengan contoh uji yang dipadatkan dengan alat penumbuk dengan permukaan tumbuk berbentuk bundar.

5.3 Alat untuk mengeluarkan benda uji - Terdiri dari sebuah dongkrak, pengungkit, rangka, atau alat lain yang sesuai untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan. Alat ini tidak diperlukan jika digunakan cetakan tipe belah.

5.4 Timbangan - Timbangan atau neraca dengan ketelitian pembacaan (sensitivitas) 1 g sesuai persyaratan kelas GP5 dalam ASTM D 4753 (SNI 03-6414), kecuali bahwa timbangan atau neraca kelas GP2 dengan ketelitian pembacaan 0,1 g diperlukan untuk penentuan kadar air.

5.5 Oven pengering - Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, lebih disukai dari tipe penghembus/penyedot (*forced-draft*) sesuai persyaratan ASTM E 145 dan mampu mempertahankan suhu tetap seragam pada (110 ± 5) °C di seluruh ruang pengeringan.

5.6 Alat perata - Sebuah alat perata dari baja yang kaku dengan panjang yang sesuai, tetapi tidak kurang dari 254 mm. Panjang total alat perata harus diukur lurus dengan toleransi $\pm 0,1$ mm. Salah satu tepi sisi memanjang alat perata harus ditajamkan jika ketebalan alat perata ini lebih dari 3 mm.

5.7 Saringan - Saringan 75 mm (3 inci), 19,0 mm (3/4 inci) dan 4,75 mm (No. 4), sesuai persyaratan ASTM E 11 (SNI 03-6866).

5.8 Peralatan pencampur - Peralatan pencampur seperti baki, sendok pengaduk, sekop, spatula dan alat-alat bantu lainnya atau alat pencampur mekanik yang sesuai untuk mencampur contoh material tanah, semen dan air secara merata.

5.9 Cawan kadar air - Cawan kadar air yang sesuai dibuat dari bahan tahan karat dan tidak mengalami perubahan massa selama pemanasan, pendinginan, kontak terhadap material dengan nilai pH yang bervariasi, dan pembersihan yang berulang kali. Jika tidak menggunakan desikator, cawan dengan penutup yang dapat dipasang dengan rapat harus digunakan untuk contoh uji dengan massa ± 200 g; sedangkan untuk contoh uji dengan massa lebih dari 200 g, cawan tanpa penutup dapat digunakan. Setiap pengujian kadar air dibutuhkan satu cawan.

5.10 Pisau pemotong - Sebuah pisau pemotong, panjang ± 250 mm, untuk memotong permukaan benda uji.

6 Kalibrasi peralatan

6.1 Peralatan yang diuraikan berikut ini harus dikalibrasi sebelum pertama kali digunakan, setelah perbaikan atau kejadian lain yang mungkin mempengaruhi hasil pengujian, pada interval tidak lebih dari 500 kali pengujian, atau setiap tahun:

6.1.1 Timbangan – Timbangan dievaluasi sesuai persyaratan ASTM D 3740 (SNI 03-6414).

6.1.2 Cetakan – Volume cetakan ditentukan seperti diuraikan pada ASTM D 698, Lampiran 1 (SNI 1742:2008).

6.1.3 Alat penumbuk manual – Memeriksa tinggi jatuh bebas, massa alat penumbuk, dan beban atau gaya penumbuk sesuai butir 5.2. Memeriksa persyaratan selubung alat penumbuk sesuai butir 5.2.1.

6.1.4 Alat penumbuk mekanis – Alat penumbuk mekanis dikalibrasi dan dipasang sesuai ASTM D 2168.

7 Cara A, menggunakan material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4)

7.1 Contoh material

7.1.1 Contoh material tanah untuk pengujian dipersiapkan dengan cara memecahkan gumpalan material tanah sampai lolos saringan 4,75 mm (No. 4) menggunakan palu karet untuk menghindari pecahnya butiran asli tanah. Jika diperlukan, material tanah dikeringkan terlebih dahulu sehingga menjadi gembur. Pengeringan dapat dilakukan di udara terbuka atau untuk tanah-tanah non vulkanis dapat menggunakan alat pengering dengan suhu tidak lebih dari 60 °C.

7.1.2 Menentukan kadar air awal contoh material tanah (w_0) sesuai ASTM D 2216 (SNI 1965:2008).

7.1.3 Contoh material tanah yang mewakili dipilih sebanyak 2,7 kg atau lebih (lihat Catatan 4 dan Catatan 5) dari contoh material tanah yang telah dipersiapkan sesuai butir 7.1.1.

7.2 Prosedur

7.2.1 Siapkan peralatan yang dibutuhkan. Pasang cetakan pada keping alas kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 g (m_{md}).

7.2.2 Pasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan ditempatkan pada landasan dari beton berbentuk silinder atau kubus dengan massa ± 91 kg atau lebih yang ditempatkan pada dasar yang stabil.

7.2.3 Tambahkan ke dalam contoh material tanah yang telah dipersiapkan sesuai butir 7.1.3 sejumlah semen sesuai spesifikasi ASTM C 150 (SNI 15-2049) atau ASTM C 595. Campur semen dan tanah sampai merata atau secara visual terlihat warnanya seragam. Jumlah penambahan semen sesuai persentase yang direncanakan (tergantung jenis tanah), lihat pedoman perencanaan stabilisasi tanah dengan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan. Perhitungan jumlah semen yang digunakan, lihat contoh perhitungan pada Lampiran D.

7.2.4 Apabila diperlukan, tambahkan air bersih atau air yang dapat diminum secukupnya ke dalam campuran tanah-semen sampai sekitar 4 % s.d 6 % di bawah perkiraan kadar air optimum dan dicampur sampai merata. Pada kadar air ini, terutama untuk tanah bersifat plastis, apabila sedikit ditekan atau diremas di dalam telapak tangan akan membentuk suatu gumpalan (*cast*) dan akan retak dengan sedikit ditekan menggunakan ujung jari tangan. Perhitungan jumlah penambahan air, lihat contoh perhitungan pada Lampiran D.

7.2.5 Apabila contoh material tanah yang digunakan adalah tanah lempungan, biarkan campuran tanah, semen dan air di dalam baki pencampuran atau masukkan ke dalam kantong plastik, ditutup rapat dan biarkan selama 5 menit s.d 10 menit untuk menjamin penyebaran air dan penyerapan lebih merata oleh campuran tanah-semen.

7.2.6 Setelah periode penyerapan, pecahkan atau gemburkan kembali campuran tanah-semen, tanpa menimbulkan pecahnya butiran asli tanah, sampai secara visual lolos saringan 4,75 mm (No. 4), kemudian dicampur atau diaduk kembali.

7.2.7 Padatkan campuran tanah-semen di dalam cetakan (dengan leher sambung terpasang) dalam tiga lapis dengan ketebalan yang sama sehingga ketebalan total setelah dipadatkan kira-kira 130 mm. Pemadatan setiap lapis dilakukan dengan 25 tumbukan menggunakan alat penumbuk yang dijatuhkan secara bebas dari ketinggian $(304,8 \pm 1,3)$ mm di atas permukaan contoh uji apabila tipe penumbuk berselubung (*a sleeve-type rammer*) yang digunakan, atau dari ketinggian $(304,8 \pm 1,3)$ mm di atas elevasi yang diperkirakan dari setiap lapis yang telah selesai dipadatkan (ditumbuk) terakhir kali apabila penumbuk tipe *stationary mounted* yang digunakan. Tumbukan harus terdistribusi seragam pada permukaan lapis yang dipadatkan. Selama pemadatan, cetakan harus tetap pada landasan yang rata dan kaku sesuai butir 7.2.2.

7.2.8 Lepaskan leher sambung, potong kelebihan contoh uji yang telah dipadatkan dengan hati-hati menggunakan pisau pemotong dan ratakan permukaannya menggunakan alat

perata sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan. Tentukan dan catat massa cetakan berisi benda uji (m_m).

7.2.9 Buka keping alas dan keluarkan benda uji dari dalam cetakan. Belah benda uji secara vertikal menjadi dua bagian yang sama. Ambil sejumlah contoh yang mewakili, tidak kurang dari 100 g, dari keseluruhan tinggi salah satu permukaan belahan benda uji, dan lakukan pengujian kadar air (w) sesuai ASTM D 2216 (SNI 1965 : 2008).

7.2.10 Pecahkan benda uji yang tersisa sampai secara visual lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dan campurkan dengan semua sisa contoh uji yang belum dipadatkan..

7.2.11 Tambahkan air secukupnya sehingga kadar airnya meningkat 1 % s.d 2 % dari kadar air benda uji pertama, campur sampai merata, dan ulangi prosedur sesuai butir 7.2.7 s.d 7.2.10 untuk setiap peningkatan air yang ditambahkan.

7.2.12 Lanjutkan pengujian ini sampai massa cetakan berisi benda uji basah (m_m) berkurang atau tetap.

CATATAN 4 – Prosedur ini telah umum digunakan. Akan tetapi untuk tanah yang mempunyai sifat mudah pecah dan ukuran butir akan berkurang secara signifikan jika dipadatkan secara berulang kali (gradasi material akan menjadi lebih halus), contoh material yang terpisah dan baru (minimum 5 contoh, masing-masing 2,5 kg atau lebih) dapat digunakan untuk setiap penentuan hubungan antara kadar air dan densitas campuran tanah-semen.

CATATAN 5 - Untuk meminimalisasi pengaruh hidrasi semen, lakukan pengujian dengan cepat dan menerus sampai selesai.

8 Cara B, menggunakan material tanah lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci)

8.1 Contoh material

8.1.1 Dilakukan pengujian analisis ukuran butir tanah sesuai ASTM D 422 (SNI 3423 : 2008) untuk menentukan persentase, berdasarkan massa kering oven, material lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4), dan material lolos saringan 75 mm (3 inci) dan tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci).

8.1.2 Contoh material tanah untuk pengujian dipersiapkan dengan cara memisahkan material tanah atau agregat tertahan saringan 4,75 mm (No. 4). Gumpalan contoh material tanah yang tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) dipecahkan sampai lolos saringan 4,75 mm (No. 4) menggunakan palu karet untuk menghindari pecahnya butiran asli tanah. Jika diperlukan, keringkan material tanah terlebih dahulu sehingga menjadi gembur. Pengeringan dapat dilakukan di udara terbuka atau untuk tanah-tanah non vulkanis dapat menggunakan alat pengering dengan suhu tidak lebih dari 60 °C.

8.1.3 Kadar air awal contoh material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4) (w_{0f}) ditentukan sesuai ASTM D 2216 (SNI 1965 : 2008). Kadar air awal contoh material atau agregat tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) (w_{0c}) diasumsikan sama dengan 2 % (kadar air dalam kondisi jenuh kering permukaan).

8.1.4 Contoh material tanah tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) yang telah dipersiapkan sesuai butir 8.1.2 disaring menggunakan saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan 4,75 mm (No. 4). Contoh material tanah tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci) dipisahkan dan dibuang.

8.1.5 Contoh material tanah atau agregat lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) dijenuhkan dengan merendamnya di dalam air bersih; contoh material tanah atau agregat jenuh kering permukaan sebagaimana disyaratkan, akan digunakan dalam pengujian.

CATATAN 4 - Umumnya spesifikasi untuk konstruksi tanah-semen mencakup gradasi material tanah dengan ukuran butir maksimum sampai 75 mm (3 in) atau kurang.

8.1.6 Contoh material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dan material tanah atau agregat jenuh kering permukaan yang lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) dipersiapkan secara terpisah sedemikian sehingga massa contoh total mencapai sekitar 5 kg atau lebih. Persentase, berdasarkan massa kering oven, contoh material tanah atau agregat lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) harus sama dengan persentase contoh material tanah atau agregat lolos saringan 75,0 mm (3 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) di dalam semua contoh material tanah yang tersedia, sesuai butir 8.1.1.

8.2 Prosedur

8.2.1 Siapkan peralatan yang dibutuhkan. Pasang cetakan pada keping alas kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 g (m_{md}).

8.2.2 Pasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan ditempatkan pada landasan dari beton berbentuk silinder atau kubus dengan massa ± 91 kg atau lebih yang ditempatkan pada dasar yang stabil.

8.2.3 Tambahkan ke dalam contoh material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4), sejumlah semen sesuai spesifikasi ASTM C 150 (SNI 15-2049) atau ASTM C 595, diperlukan untuk jumlah total contoh material sesuai butir 8.1.6. Campur semen dan tanah sampai merata atau secara visual terlihat warnanya seragam. Jumlah penambahan semen sesuai persentase yang direncanakan (tergantung jenis tanah), lihat pedoman perencanaan stabilisasi tanah dengan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan. Perhitungan jumlah semen yang digunakan, lihat contoh perhitungan pada Lampiran C.

8.2.4 Apabila diperlukan, tambahkan air ke dalam campuran tanah-semen dan biarkan selama 5 menit s.d 10 menit di dalam baki pencampuran atau di dalam kantong plastik, untuk menjamin penyebaran air dan penyerapan lebih merata oleh campuran tanah-semen sesuai butir 7.2.4 s.d 7.2.6. Tambahkan contoh material tanah atau agregat lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4) yang telah dalam kondisi jenuh kering permukaan ke dalam campuran tanah-semen lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dan campur kembali sampai merata.

8.2.5 Padatkan contoh uji di dalam cetakan (dengan leher sambung terpasang) sesuai butir 7.2.7. Lepaskan leher sambung, potong dan ratakan permukaan benda uji sesuai butir 7.2.8. Selama pemotongan dan perataan permukaan benda uji, keluarkan semua partikel yang melebihi di atas permukaan cetakan. Isi permukaan benda uji yang tidak beraturan (lubang-lubang bekas partikel) dengan material halus, dipadatkan dan diratakan kembali menggunakan alat perata. Tentukan massa cetakan berisi benda uji dan keping alasnya (m_m).

8.2.6 Buka keping alas dan keluarkan benda uji dari dalam cetakan. Belah benda uji secara vertikal menjadi dua bagian yang sama. Ambil sejumlah contoh yang mewakili, tidak kurang dari 500 g, dari keseluruhan tinggi salah satu permukaan belahan benda uji, dan lakukan pengujian kadar air (w) sesuai ASTM D 2216 (SNI 1965 : 2008).

8.2.7 Pecahkan atau hancurkan benda uji sampai secara visual lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan minimum 90 % butiran tanah yang lebih kecil dari saringan 4,75 mm (No. 4), lolos saringan 4,75 mm (No. 4), kemudian campurkan dengan semua sisa contoh uji.

8.2.8 Tambahkan air secukupnya sehingga kadar airnya meningkat 1 % s.d 2 % dari kadar air benda uji pertama, campur sampai merata, dan ulangi prosedur sesuai butir 8.2.5 s.d 8.2.7 untuk setiap peningkatan air yang ditambahkan. Lanjutkan pengujian ini sampai massa cetakan berisi benda uji basah dan keping alasnya (m_m) berkurang atau tetap (lihat **CATATAN 4** dan **CATATAN 5**).

9 Perhitungan

9.1 Volume cetakan yang digunakan untuk memadatkan campuran tanah-semen dihitung pada setiap kali melakukan pengujian, sesuai ASTM D 698, Lampiran 1 (SNI 03-1742).

9.2 Kadar air masing-masing benda uji campuran tanah-semen dihitung sesuai ASTM D 2216 (SNI 1965 : 2008) sampai ketelitian 0,1 %.

9.3 Densitas basah dihitung sesuai persamaan (1) dan densitas kering sesuai persamaan (2) untuk setiap pengujian, sebagai berikut:

$$\rho_m = \frac{(m_m - m_{md})}{V} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

ρ_m adalah densitas basah dari benda uji campuran tanah-semen, g/cm³

m_m adalah massa benda uji basah dan cetakan, g

m_{md} adalah massa cetakan benda uji, g

V adalah volume cetakan benda uji, cm³

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{(1 + w/100)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

ρ_d adalah densitas kering dari benda uji campuran tanah-semen, g/cm³

ρ_m adalah densitas basah dari benda uji campuran tanah-semen, g/cm³

w adalah kadar air benda uji, %

9.4 Apabila diperlukan, hitung berat isi kering sesuai persamaan (3), sebagai berikut:

$$\gamma_d = g\rho_d \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- γ_d adalah berat isi kering dari benda uji campuran tanah-semen, kN/m³
 g adalah percepatan gravitasi bumi (untuk Indonesia, $g = 9,81 \text{ m/detik}^2$)
 ρ_d adalah densitas kering dari benda uji campuran tanah-semen, g/cm³

10 Hubungan kadar air dan densitas

10.1 Hasil perhitungan kadar air dan densitas kering masing-masing benda uji harus dibuat (diplot) dalam bentuk kurva halus (*smooth curve*) atau sering disebut kurva pemadatan, dengan kadar air sebagai absis (sumbu X) dan densitas kering sebagai ordinat (sumbu Y). Untuk mengontrol kurva pemadatan, sebaiknya garis jenuh (*zero air void*) digambarkan juga sesuai SNI 1742 : 2008).

CATATAN 7: Sesuai pengalaman, sangat penting untuk menggunakan skala yang konsisten ketika menggambar kurva hubungan antara kadar air dan densitas kering, terutama apabila menggunakan kertas *millimeter block*. Suatu pendekatan yang lebih memuaskan apabila densitas kering dibuat dengan skala 2,5 cm = 0,1 g/cm³ dan kadar air dibuat dengan skala 2,5 cm = 2 %.

10.2 Kadar air optimum (w_{opt}) - Kadar air pada puncak kurva yang diperoleh sesuai butir 10.1 disebut kadar air optimum campuran tanah-semen untuk pemadatan yang diuraikan dalam standar ini.

10.3 Densitas kering maksimum ($\rho_{d\max}$) - Densitas kering pada kadar air optimum disebut densitas kering maksimum untuk pemadatan yang diuraikan dalam standar ini; sedangkan berat isi kering maksimum ($\gamma_{d\max}$) dihitung sesuai persamaan (3).

11 Laporan

11.1 Laporan hasil uji harus terdiri dari:

11.1.1 Identifikasi contoh (nama proyek/pekerjaan, lokasi contoh, nomor contoh dan jenis contoh).

11.1.2 Cara uji yang digunakan (cara A atau cara B).

11.1.3 Kadar air optimum (w_{opt}), dibulatkan sampai 0,5 % terdekat.

11.1.4 Densitas kering maksimum ($\rho_{d\max}$), dinyatakan dalam g/cm³, dibulatkan sampai 0,01 g/cm³ terdekat atau berat isi kering maksimum ($\gamma_{d\max}$), dinyatakan dalam kN/m³, dibulatkan sampai 0,1 kN/m³ terdekat.

11.1.5 Titik-titik dan kurva pemadatan, dan titik atau garis yang menunjukkan densitas kering maksimum dan kadar air optimum.

12 Ketelitian dan penyimpangan

12.1 Ketelitian

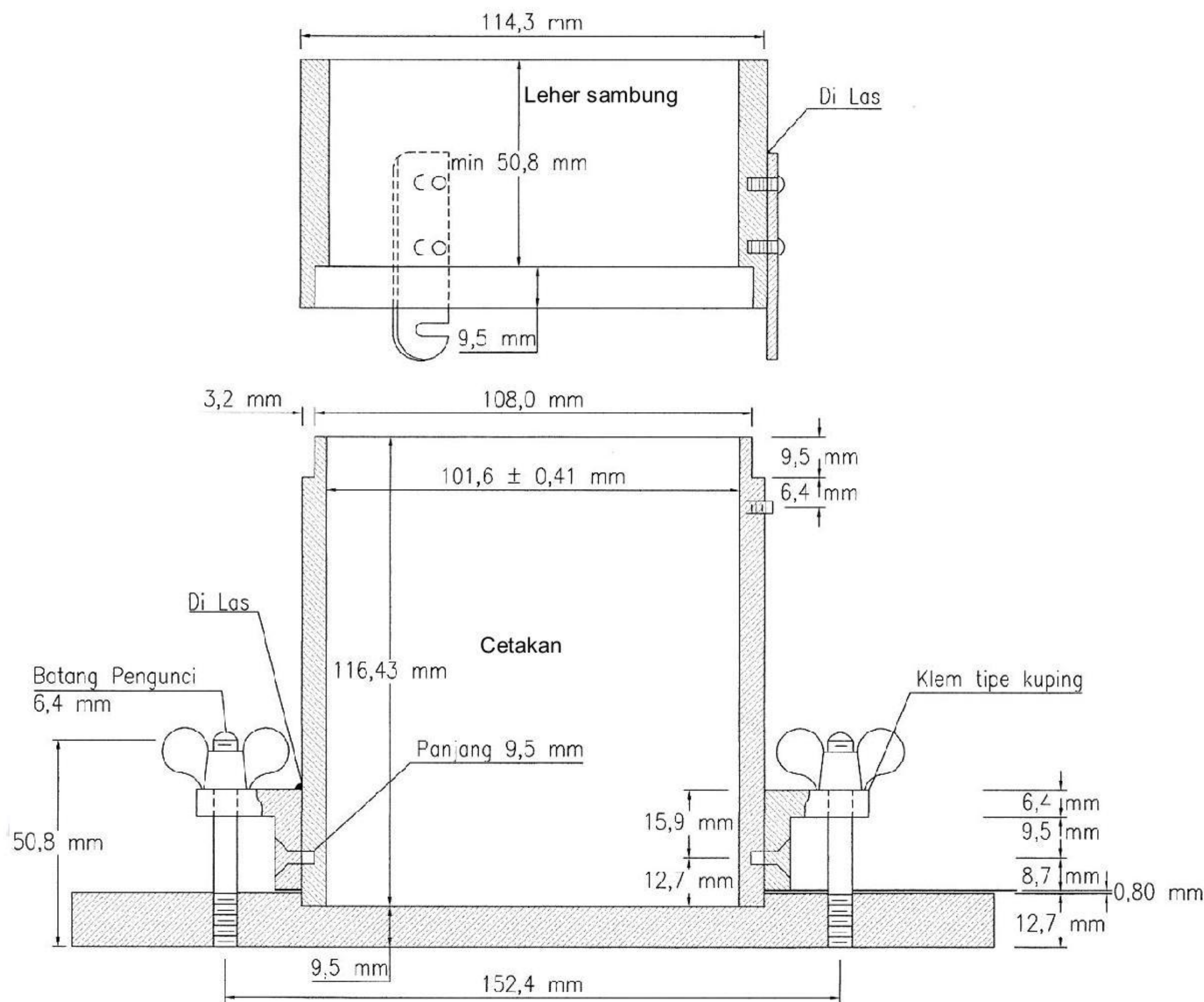
Ketelitian data uji tidak dinyatakan karena sifat material yang diuji menggunakan cara uji ini tidak tersedia. Juga tidak mungkin atau terlalu mahal untuk melakukan uji ketelitian ini pada 10 laboratorium atau lebih. Jika ada, beberapa data dari pengguna standar ini dapat digunakan untuk membuat pernyataan terbatas mengenai ketelitian.

12.2 Penyimpangan

Tidak ada referensi mengenai nilai yang diizinkan untuk cara uji ini, sehingga penyimpangan tidak dapat ditentukan.



Lampiran A
(normatif)
Gambar cetakan silinder dan keping alas



Gambar A. 1 - Cetakan silinder dan keping alas (diameter 101,60 mm)

**Lampiran B
(informatif)
Daftar penyimpangan teknis dan penjelasannya**

B.1 Daftar penyimpangan teknis SNI 03-6886-2002 dengan SNI 6886:2012

Uraian / Pasal/Sub Pasal	SNI 03-6886-2002	SNI 6886:2012
Standar acuan	ASTM D 558	Terdiri dari beberapa standar yang berkaitan dengan ASTM D 558
Kegunaan	Digunakan untuk mempersiapkan contoh uji sesuai ASTM D 559 (SNI 03-6427-2000) dan ASTM D 560.	Digunakan untuk mempersiapkan contoh uji sesuai ASTM D 559 (SNI 03-6427-2000) ^A
Peralatan dan kalibrasi	Ketentuan kalibrasi peralatan tidak diuraikan	Peralatan yang digunakan disertai dengan ketentuan atau persyaratan yang harus dipenuhi dan ketentuan cara kalibrasi
Penggunaan cara B	Tidak ditentukan batasan jumlah material tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci)	Digunakan jika sebagian contoh material tanah tertahan saringan No. 4, dan tidak lebih dari 30 % tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci)
Kurva	Dinyatakan sebagai kurva hubungan antara kadar air dan berat isi kering	Dinyatakan sebagai kurva hubungan antara kadar air dan densitas kering

B.2 Daftar penyimpangan teknis ASTM D 558-04 dengan SNI 6886:2012

Uraian / Pasal/Sub Pasal	SNI 03-6886-2002	SNI 6886:2012
Judul	Hubungan antara kadar air - densitas (berat isi) campuran tanah-semen	Penentuan hubungan antara kadar air dan densitas campuran tanah-semen
Sistem satuan	Satuan yang digunakan dinyatakan dalam <i>inch-pound</i> dengan beberapa pengecualian (butir 1.4, hal 26)	Satuan dinyatakan dalam SI (butir 1.4, hal 1)
Standar acuan	ASTM D 422, <i>Test Method for Particle-Size Analysis of Soils</i> , tidak digunakan	Ditambahkan SNI 3423 : 2008, Cara uji analisis ukuran butir tanah (butir 2.2, hal 2)
Kegunaan	Digunakan untuk mempersiapkan contoh uji sesuai ASTM D 559 dan ASTM D 560.	Digunakan untuk mempersiapkan contoh uji sesuai ASTM D 559 (SNI 03- 6427) ^A
Peralatan untuk proses penyerapan air oleh campuran tanah-semen	<i>Container</i> (butir 5.9, hal 28)	Tidak digunakan
Penentuan kadar air awal contoh material	Tidak diuraikan	Diuraikan pada butir 7.1.2, hal 5 dan butir 8.1.3, hal 7 ^B
Fasilitasi proses penyerapan air oleh campuran tanah- semen	Padatkan campuran tanah, semen dan air di dalam <i>container</i> menggunakan penumbuk sesuai 5.2 atau penumbuk tangan (butir 7.2.3, hal 29 dan butir 8.2.2, hal 30)	Biarkan campuran tanah, semen dan air di dalam baki pencampuran atau masukkan ke dalam plastik (butir 7.2.5, hal 5 dan butir 8.2.4, hal 7).
Ketentuan jumlah dan massa contoh material jika menggunakan contoh terpisah dan baru	Tidak ditentukan (Catatan 4, hal 29)	Diperlukan minimum 5 contoh, masing-masing 2,5 kg atau lebih (Catatan 4, hal 5).

Lanjutan

Uraian / Pasal/Sub Pasal	SNI 03-6886-2002	SNI 6886:2012
Pengujian analisis saringan	Tidak diuraikan	Diuraikan pada butir 8.1.1, hal 6 ^c
Contoh perhitungan, formulir isian dan contoh isian formulir	Tidak diuraikan	Dilengkapi contoh perhitungan (Lampiran C), contoh formulir isian (Lampiran D), dan contoh isian formulir (Lampiran E dan Lampiran F)
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ^ADapat juga digunakan untuk mempersiapkan contoh uji kuat tekan, CBR dan contoh uji lainnya yang harus dipadatkan pada kadar air optimum, maupun untuk menetapkan persyaratan yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan campuran tanah-semen di lapangan. ASTM D 560 tidak cocok untuk digunakan di Indonesia. - ^BKadar air awal contoh material digunakan untuk menentukan massa semen (berdasarkan persentase semen terhadap massa contoh tanah kering) yang harus digunakan dan penambahan air (jika diperlukan). - ^CPengujian analisis saringan sangat diperlukan, untuk menentukan persentase material lolos saringan 75 mm (3 in) dan tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan persentase material lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4), selanjutnya diperlukan berkaitan dengan penggantian material lolos saringan 75 mm (3 in) dan tertahan saringan 19,0 mm (3/4 inci) dengan material lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci) dan tertahan saringan 4,75 mm (No. 4). 		

Lampiran C
(informatif)
Contoh perhitungan

Pada standar ini diuraikan contoh perhitungan untuk pengujian yang menggunakan contoh material tanah yang dipersiapkan secara terpisah sesuai yang disarankan (lihat **CATATAN 4**). Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada contoh isian formulir (Lampiran E dan Lampiran F).

C.1 Cara A, menggunakan material tanah lolos saringan 4,75 mm (No. 4)

- a) Massa contoh material tanah yang dipersiapkan untuk pengujian (m_{mf}) = 2,5 kg (= 2500 g) dengan kadar air awal (w_{0f}) = 8 %, maka massa contoh material tanah kering (m_{df}):

$$m_{df} = \frac{m_{mf}}{(1 + w_{0f})100} = \frac{2500}{(1 + 8/100)100} = 2315 \text{ g}$$

- b) Apabila hasil perencanaan (sesuai jenis tanah yang distabilisasi, lihat butir 7.2.4), jumlah semen yang digunakan = 7 %, maka massa semen (m_{cm}):

$$m_{cm} = \frac{7}{100} \times m_{df} = \frac{7}{100} \times 2315 = 162 \text{ g}$$

- c) Apabila kadar air yang dicapai (4,0 % s.d 6,0 % di bawah perkiraan kadar air optimum sesuai butir 7.2.5) adalah (w_1) = 25,0 %, maka persentase air yang harus ditambahkan untuk mencapai kadar air yang diinginkan (Δw):

$$\Delta w = w_1 - w_{0f} = 25,0 - 8,0 = 17,0 \text{ %}$$

dan jumlah air (m_w), dinyatakan dalam g atau cm^3 :

$$m_w = \frac{\Delta w}{100} \times m_{df} = \frac{17,0}{100} \times 2315 = 394 \text{ g (= 394 cm}^3\text{)}$$

- d) Apabila setelah dipadatkan, massa benda uji basah + cetakan (m_m) = 6015 g, massa cetakan (m_{md}) = 4410 g dan volume cetakan (V) = 944 cm^3 , maka:

Massa benda uji basah (m),

$$m = m_m - m_{md} = 6015 - 4410 = 1605 \text{ g}$$

dan

Densitas basah (ρ_m),

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{1605}{944} = 1,70 \text{ g/cm}^3$$

- e) Setelah dilakukan pengujian, kadar air benda uji (w) = 25,4 % (lihat c)), densitas kering (ρ_d):

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{(1 + w/100)} = \frac{1,70}{(1 + 25,4/100)} = 1,36 \text{ g/cm}^3$$

Catatan: Data dan hasil perhitungan sesuai a), b) dan c) diisi pada formulir penyiapan contoh uji (halaman 1 dari 2), sedangkan pada formulir pengujian (halaman 2 dari 2), hanya diisi massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 (massa SSD contoh material tertahan saringan No. 4 dan tertahan saringan 19,0 mm = 0), persentase kadar semen yang digunakan dan penambahan air (g atau cm^3), serta data hasil uji densitas dan kadar air benda uji.

C.2 Cara B, menggunakan material tanah lolos saringan 19,0 mm (3/4 inci)

- a) Hasil analisis saringan material tanah lolos saringan 75 mm, sebagai berikut:
- Persentase material tanah tertahan saringan 19,0 mm (P_{1c}) adalah 10,
 - Persentase material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm (P_{2c}) adalah 10,

maka:

Persentase total material tanah tertahan saringan No. 4 (P_c):

$$P_c = P_{1c} + P_{2c} = 10 + 10 = 20$$

dan

Persentase material tanah lolos saringan No. 4 (P_f):

$$P_f = 100 - P_c = 100 - 20 = 80$$

- b) Massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 yang dipersiapkan (m_{mf}) = 2,5 kg = 2500 g, dengan kadar air awal (w_{0f}) = 8,0 %, maka massa kering dari contoh material tanah tersebut (m_{df}):

$$m_{df} = \frac{m_{mf}}{(1 + w_{0f}/100)} = \frac{2500}{(1 + 8,0/100)} = 2315 \text{ g}$$

- c) Massa kering dari contoh material total (lolos dan tertahan saringan No.4), (m_{dT}):

$$m_{dT} = \frac{100 \times m_{df}}{P_f} = \frac{100 \times 2315}{80} = 2894 \text{ g}$$

- d) Massa kering dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm yang dipersiapkan, termasuk material pengganti (m_{dc}):

$$m_{dc} = \frac{P_c}{100} \times m_{dT} = \frac{20}{100} \times 2894 = 579 \text{ g}$$

- e) Apabila kadar air contoh material tanah yang tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm dalam kondisi SSD ($w_{c(SSD)}$) diasumsikan = 2,0 %, maka massa material tersebut ($m_{mc(SSD)}$):

$$m_{mc(SSD)} = m_{dc} \times (1 + w_{c(SSD)} / 100) = 579 \times (1 + 2,0 / 100) = 590 \text{ g}$$

- f) Massa basah dari contoh material total yang dipersiapkan (m_{mT}):

$$m_{mT} = m_{mf} + m_{mc(SSD)} = 2500 + 590 = 3090 \text{ g}$$

- g) Kadar air awal contoh material total (w_{0T}) :

$$w_{0T} = \frac{w_{0f} \times P_f + w_{c(SSD)} \times P_c}{100} = \frac{8,0 \times 80 + 2,0 \times 20}{100} = 6,8 \%$$

- h) Apabila jumlah semen yang digunakan (P_{cm}) = 7 %, maka massa semen (m_{cm}):

$$m_{cm} = \frac{P_{cm}}{100} \times m_{dT} = \frac{7}{100} \times 2894 = 203 \text{ g}$$

- i) Apabila air yang harus ditambahkan untuk mencapai kadar air yang diinginkan (Δw) = 7,2 %, maka jumlah air yang harus ditambahkan (m_w), dinyatakan dalam g atau cm^3 :

$$m_w = \frac{\Delta w}{100} \times (m_{df} + m_{dc}) = \frac{7,2}{100} \times (2315 + 579) = 209 \text{ g} = 209 \text{ cm}^3$$

- j) Perhitungan densitas basah dan densitas kering sama dengan B1, langkah d) dan e).

Catatan: Data dan hasil perhitungan sesuai a), b) dan d) s.d i), diisi pada formulir penyiapan contoh uji (halaman 1 dari 2), sedangkan pada formulir pengujian (halaman 2 dari 2), hanya diisi massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4, massa SSD contoh material tertahan saringan No. 4 dan tertahan saringan 19, 0 mm, penambahan air (g atau cm^3) dan persentase kadar semen yang digunakan, serta data hasil uji densitas dan kadar air benda uji.

Lampiran D
(normatif)
Contoh formulir isian

Laboratorium pengujian :	No. contoh :
Proyek/pekerjaan :	Jenis contoh tanah :
Lokasi contoh tanah :	

PENYIAPAN CONTOH UJI						
HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN						
SNI 6886 : 20xx (Cara ..., menggunakan material lolos saringan ...)						

a) Material tanah lolos saringan No. 4:						
Persentase massa kering oven contoh material tanah lolos saringan No. 4 (P_f), %	(1)					
Massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 yang dipersiapkan (m_{mf}), g	(2)					
Kadar air awal contoh material tanah lolos saringan No. 4 (w_{of}), %	(3)					
Massa kering dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{df}), g	(4) = (2) / [1 + (3)/100]					
b) Material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm:						
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan 19,0 mm dan lolos saringan 75 mm (P_{1c}), %	(5)					
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm (P_{2c}), %	(6)					
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 75 mm (P_c), %	(7) = (5) + (6)					
Massa kering contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm, termasuk material pengganti (m_{dc}), g	(8) = [(7)/100] x [100 x (4)/(1)]					
Kadar air SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($w_{c(SSD)}$), %	(9)					
Massa SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{mc(SSD)}$), g	(10) = (8) x [1 + (9)/100]					
c) Air						
Kadar air awal contoh material total (w_o), %	(11) = [(3) x (1)] + [(9) x (7)] / 100					
Kadar air contoh material total yang diinginkan (w), %	(12)					
Penambahan air, %	(13) = (12) - (11)					
Penambahan air, g atau cm ³	(14) = [(13)/100] x [(4) + (8)]					
d) Semen						
Kadar semen, %	(15)					
Massa semen (m_{cm}), g	(16) = [(15)/100 x [(4) + (8)]					

HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN
SNI 6886 : 20xx (Cara ..., menggunakan material lolos saringan ...)

Penyiapan contoh uji (campuran):

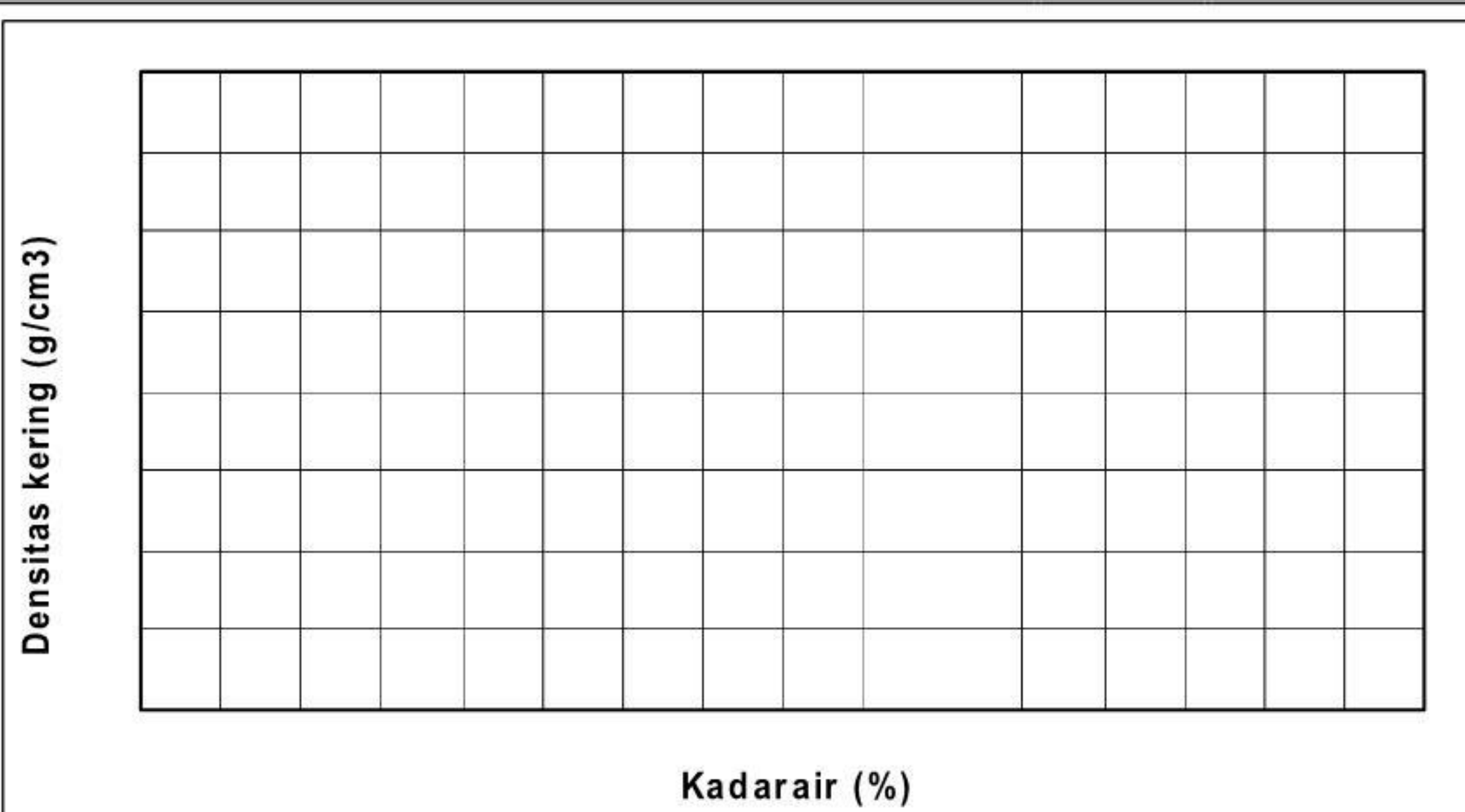
Massa contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{mf}), g	(1)					
Massa SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{c(SSD)}$), g	(2)					
Penambahan air, g atau cm^3	(3)					
Kadar semen, %	(4)					

Densitas:

Massa benda uji basah + cetakan (m^2), g	(5)					
Massa cetakan (m_1), g	(6)					
Massa benda uji basah (m_m), g	(7) = (5) – (6)					
Volume cetakan (V), cm ³	(8)					
Densitas basah (ρ_m), g/cm ³	(9) = (7) / (8)					
Densitas kering (ρ_d), g/cm ³	(10) = (9) / [1 + (17)/100]					

Kadar air:

No. cawan	(11)					
Massa tanah basah + cawan, g	(12)					
Massa tanah kering + cawan, g	(13)					
Massa air, g	(14) = (12) – (13)					
Massa cawan, g	(15)					
Massa tanah kering, g	(16) = (13) – (15)]					
Kadar air (w), %	(17) = [(14)/(16)] x 100					



Berat jenis	=	
Kadar air optimum (w_{opt})	=	%
Densitas kering maksimum ($\rho_{d\max}$)	=	g/cm ³

..... 20xx

Dikerjakan oleh Teknisi

Tanggal :
Tanda tangan :

Diperiksa oleh
Penyelia

Tanggal _____
Tanda tangan _____

Nama :

Nama

Lampiran E
(informatif)
Contoh isian formulir untuk cara A

Laboratorium pengujian	: Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung	No. contoh	: 1
Proyek/pekerjaan	: Jl. Kompleks Perumahan Bina Marga, Bandung	Jenis contoh tanah	: Pasir kelepungan
Lokasi contoh tanah	: Ciganea, Purwakarta, Jawa Barat		

PENYIAPAN CONTOH UJI
HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN
SNI 6886 : 20xx (Cara A, menggunakan material lolos saringan No. 4)

a) Material tanah lolos saringan No. 4:

Persentase massa kering oven contoh material tanah lolos saringan No. 4 (P_f), %	(1)	100	100	100	100	100
Massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 yang dipersiapkan (m_{mf}), g	(2)	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air awal contoh material tanah lolos saringan No. 4 (w_{of}), %	(3)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Massa kering dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{df}), g	(4) = (2) / [1 + (3)/100]	2315	2315	2315	2315	2315

b) Material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm:

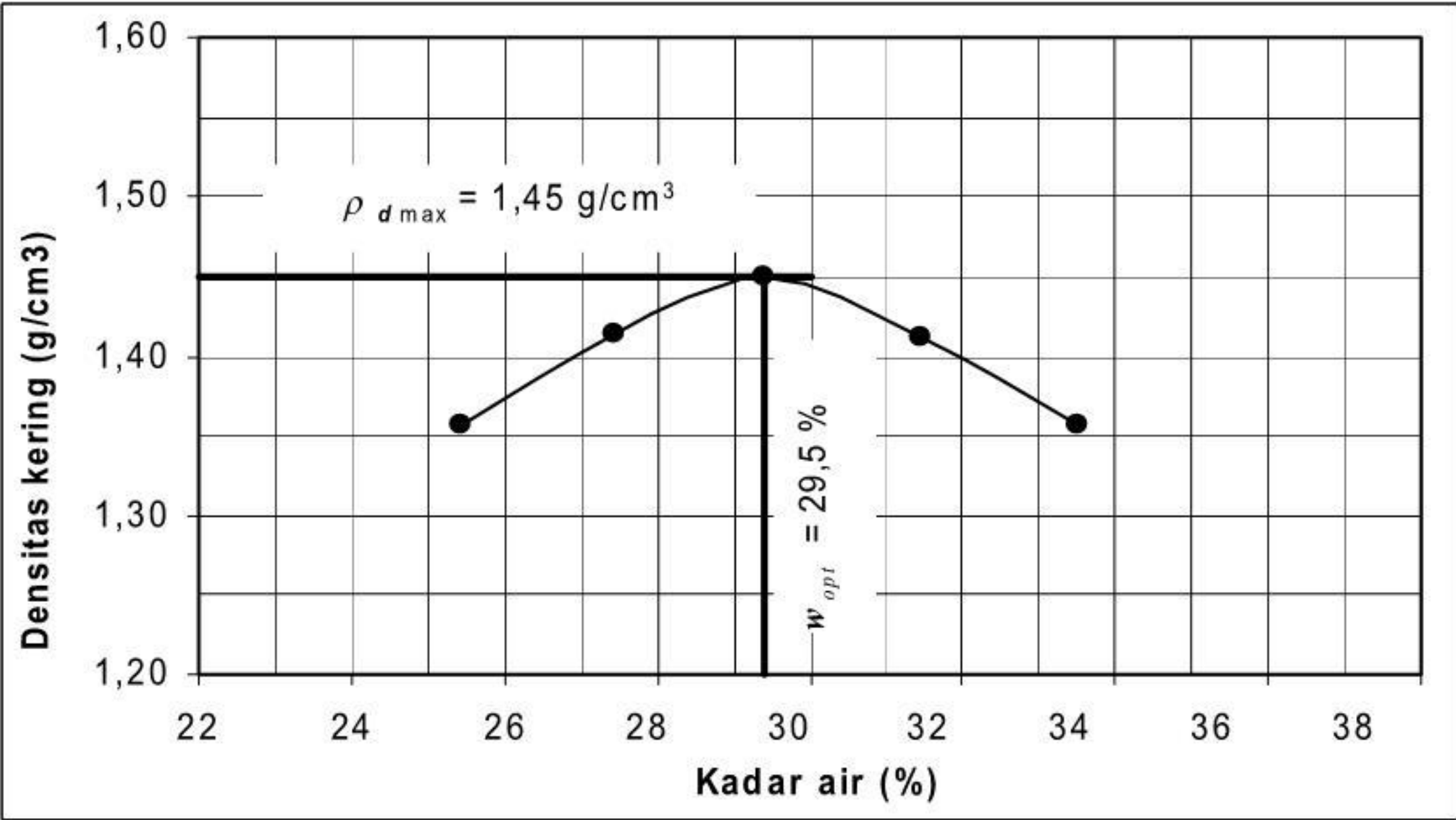
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan 19,0 mm dan lolos saringan 75 mm (P_{1c}), %	(5)	-	-	-	-	-
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm (P_{2c}), %	(6)	-	-	-	-	-
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 75 mm (P_c), %	(7) = (5) + (6)	-	-	-	-	-
Massa kering contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm, termasuk material pengganti (m_{dc}), g	(8) = [(7)/100] x [100 x (4)/(1)]	-	-	-	-	-
Kadar air SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($w_{c(SSD)}$), %	(9)	-	-	-	-	-
Massa SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{mc(SSD)}$), g	(10) = (8) x [1 + (9)/100]	-	-	-	-	-

c) Air

Kadar air awal contoh material total (w_o), %	(11) = [(3) x (1)] + [(9) x (7)] / 100	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Kadar air contoh material total yang diinginkan (w), %	(12)	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0
Penambahan air, %	(13) = (12) - (11)	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0
Penambahan air, g atau cm ³	(14) = [(13)/100] x [(4) + (8)]	394	440	486	532	579

d) Semen

Kadar semen, %	(15)	7	7	7	7	7
Massa semen (m_{cm}), g	(16) = [(15)/100 x [(4) + (8)]]	162	162	162	162	162

UJI HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN SNI 6886 : 20xx (Cara A, menggunakan material lolos saringan A)						
Penyiapan contoh uji (campuran):						
Massa contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{mf}), g	(1)	2500	2500	2500	2500	2500
Massa SSD contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{c(SSD)}$), g	(2)	-	-	-	-	-
Penambahan air, g atau cm^3	(3)	394	440	486	532	579
Kadar semen, %	(4)	7	7	7	7	7
Densitas:						
Massa benda uji basah + cetakan (m^2), g	(5)	6015	6110	6180	6160	6120
Massa cetakan (m_1), g	(6)	4410	4410	4410	4410	4410
Massa benda uji basah (m_m), g	(7) = (5) – (6)	1605	1700	1770	1750	1710
Volume cetakan (V), cm^3	(8)	944	944	944	944	944
Densitas basah (ρ_m), g/cm^3	(9) = (7) / (8)	1,70	1,80	1,88	1,85	1,81
Densitas kering (ρ_d), g/cm^3	(10) = (9) / [1 + (17)/100]	1,36	1,41	1,45	1,41	1,36
Kadar air:						
No. cawan	(11)	GH70	GH94	GH85	HK81	GH29
Massa tanah basah + cawan, g	(12)	123,7	125,0	125,1	124,3	121,7
Massa tanah kering + cawan, g	(13)	102,3	102,0	100,8	98,9	95,7
Massa air, g	(14) = (12) – (13)	21,4	23,0	24,3	25,4	26,0
Massa cawan, g	(15)	18,1	18,2	18,1	18,2	18,1
Massa tanah kering, g	(16) = (13) – (15)]	84,2	83,8	82,7	80,7	77,6
Kadar air (w), %	(17) = [(14)/(16)] x 100	25,4	27,5	29,4	31,5	33,5
 <p>The graph plots Dry Density (ρ_d) in g/cm^3 on the y-axis (ranging from 1.20 to 1.60) against Moisture Content (w) in % on the x-axis (ranging from 22 to 38). A series of data points are plotted, and a smooth curve is drawn through them. The peak of the curve is marked with a horizontal line to the y-axis at $\rho_{d \max} = 1,45 \text{ g}/\text{cm}^3$ and a vertical line to the x-axis at $w_{opt} = 29,5 \%$.</p>						
Berat jenis		= 2,65				
Kadar air optimum (w_{opt})		= 29,5 %				
Densitas kering maksimum ($\rho_{d \max}$)		= 1,45 g/cm^3				

Bandung, 10 Oktober 2008

Dikerjakan oleh Teknisi

Diperiksa oleh
PenyeliaTanggal : 8 Oktober 2008
Tanda tangan :Tanggal : 10 Oktober 2008
Tanda tangan :

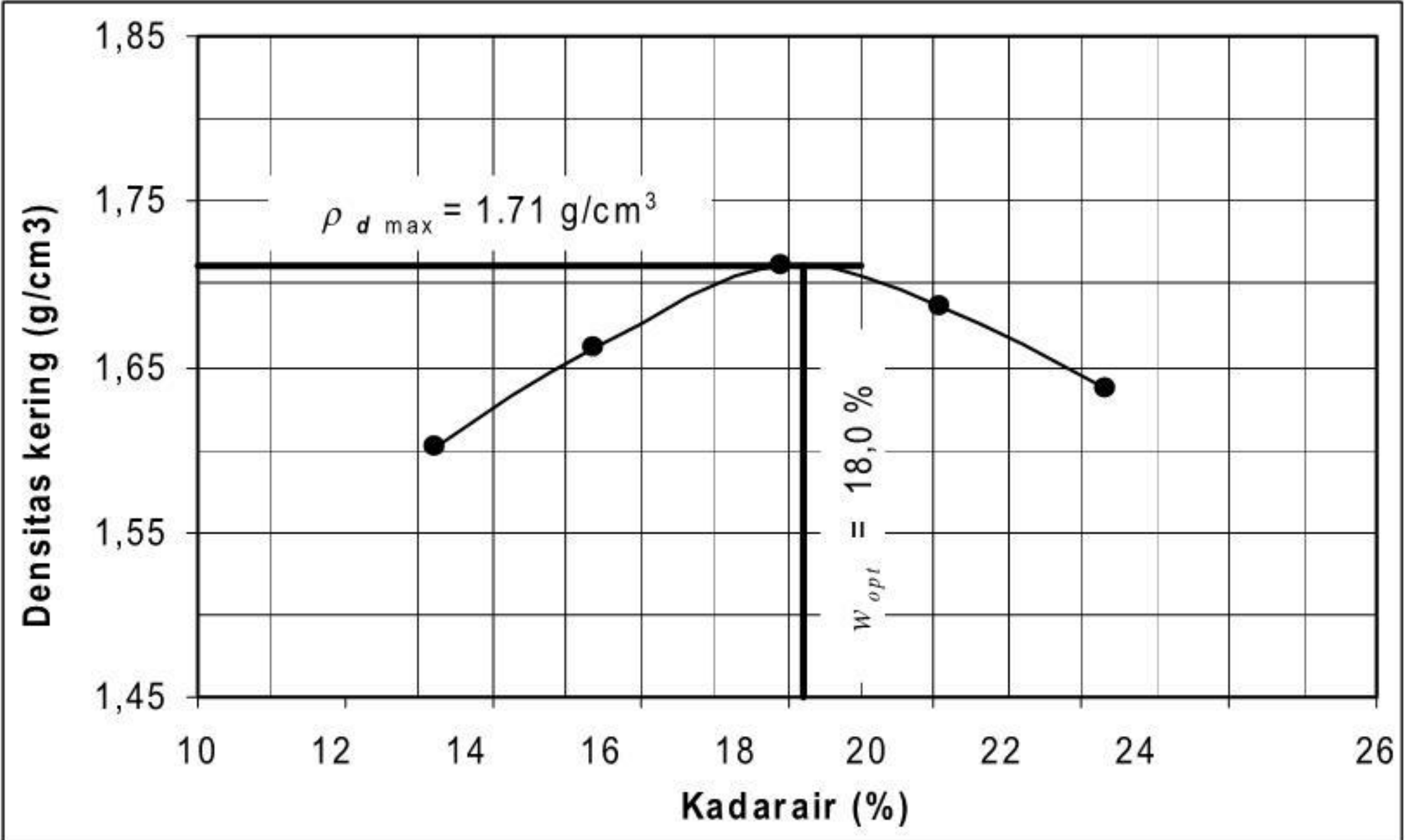
Nama : A. Jainudin

Nama : Sumarno, BE

Lampiran F
(informatif)
Contoh isian formulir untuk cara B

Laboratorium pengujian	: Balai Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung	No. contoh	: A. Jainudin
Proyek / pekerjaan	: Jl. Kompleks Perumahan Bina Marga, Bandung	Jenis contoh tanah	: Pasir kelepungan
Lokasi contoh tanah	: Tomo, Sumedang, Jawa Barat		

PENYIAPAN CONTOH UJI						
HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN						
SNI 6886 : 20xx (Cara B, menggunakan material lolos saringan 19,0 mm)						
a) Material tanah lolos saringan No. 4:						
Persentase massa kering oven contoh material tanah lolos saringan No. 4 (P_f), %	(1)	80	80	80	80	80
Massa basah dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 yang dipersiapkan (m_{mf}), g	(2)	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air awal contoh material tanah lolos saringan No. 4 (w_{of}), %	(3)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Massa kering dari contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{df}), g	(4) = (2) / [1 + (3)/100]	2315	2315	2315	2315	2315
b) Material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm:						
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan 19,0 mm dan lolos saringan 75 mm (P_{1c}), %	(5)	10	10	10	10	10
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm (P_{2c}), %	(6)	10	10	10	10	10
Persentase massa kering oven contoh material tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 75 mm (P_c), %	(7) = (5) + (6)	20	20	20	20	20
Massa kering contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm, termasuk material pengganti (m_{dc}), g	(8) = [(7)/100] x [100 x (4)/(1)]	579	579	579	579	579
Kadar air SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($w_{c(SSD)}$), %	(9)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Massa SSD dari contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{mc(SSD)}$), g	(10) = (8) x [1 + (9)/100]	590	590	590	590	590
c) Air						
Kadar air awal contoh material total (w_o), %	(11) = [(3) x (1)] + [(9) x (7)] / 100	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Kadar air contoh material total yang diinginkan (w), %	(12)	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0
Penambahan air, %	(13) = (12) - (11)	7,2	9,2	11,2	13,2	15,2
Penambahan air, g atau cm ³	(14) = [(13)/100] x [(4) + (8)]	208	266	324	282	440
d) Semen						
Kadar semen, %	(15)	7	7	7	7	7
Massa semen (m_{cm}), g	(16) = [(15)/100 x [(4) + (8)]	203	203	203	203	203

UJI HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN DENSITAS KERING CAMPURAN TANAH-SEMEN SNI 6886 : 20xx (Cara B, menggunakan material lolos saringan 19,0 mm)						
Penyiapan contoh uji (campuran):						
Massa contoh material tanah lolos saringan No. 4 (m_{mf}), g	(1)	2500	2500	2500	2500	2500
Massa SSD contoh material tanah tertahan saringan No. 4 dan lolos saringan 19,0 mm ($m_{c(SSD)}$), g	(2)	590	590	590	590	590
Penambahan air, g atau cm^3	(3)	208	266	324	382	440
Kadar semen, %	(4)	7	7	7	7	7
Densitas:						
Massa benda uji basah + cetakan (m^2), g	(5)	6120	6220	6315	6320	6300
Massa cetakan (m_1), g	(6)	4410	4410	4410	4410	4410
Massa benda uji basah (m_m), g	(7) = (5) – (6)	1710	1810	1905	1910	1890
Volume cetakan (V), cm^3	(8)	944	944	944	944	944
Densitas basah (ρ_m), g/cm^3	(9) = (7) / (8)	1,81	1,92	2,02	2,02	2,00
Densitas kering (ρ_d), g/cm^3	(10) = (9) / [1 + (17)/100]	1,60	1,66	1,71	1,69	1,64
Kadar air:						
No. cawan	(11)	A	B	C	D	E
Massa tanah basah + cawan, g	(12)	628,0	652,9	660,3	658,0	672,0
Massa tanah kering + cawan, g	(13)	560,6	573,1	568,3	556,8	559,3
Massa air, g	(14) = (12) – (13)	67,4	79,8	92,0	101,2	112,7
Massa cawan, g	(15)	50,3	54,4	55,0	53,2	54,8
Massa tanah kering, g	(16) = (13) – (15)	510,4	518,8	513,3	503,7	504,5
Kadar air (w), %	(17) = [(14)/(16)] x 100	13,2	15,4	17,9	20,1	22,3
						
Berat jenis		= 2,68				
Kadar air optimum (w_{opt})		= 18,0		%		
Densitas kering maksimum ($\rho_{d \max}$)		= 1,71		g/cm^3		

Bandung, 10 Oktober 2008

Dikerjakan oleh Teknisi
Tanggal : 8 Oktober 2008
Tanda tangan :
Nama : A. Jainudin

Diperiksa oleh Penelia
Tanggal : 10 Oktober 2008
Tanda tangan :
Nama : Sumarno, BE